

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физика магнитных материалов и полупроводников БЗ.ДВ.6

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Парфенов В.В.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров Л. Р.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 676417

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Парфенов В.В. Кафедра физики твердого тела Отделение физики , Viktor.Parfenov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

ознакомление студентов с физическими свойствами важнейших материалов электронной техники - магнетиков и полупроводников. Лекционный курс сопровождается лабораторными спецпрактикумами "Полупроводни-ковые материалы" и "Магнитные материалы"

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.ДВ.6 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

является дисциплиной по выбору модуля "Общая физика" профессионального цикла (блок Б.3ДВ6) дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки "Физика"

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

о механизмах переноса носителей заряда в полупроводниках и полупроводниковых приборах; о фотоэлектрических, оптических и люминесцентных явлениях в полупроводниках; механизме обменных взаимодействий в магнитных материалах; структурах и типах магнитного упорядочения магнитных материалов

2. должен уметь:

измерять на современном оборудовании физические параметры полупроводниковых и магнитных материалов и приборов на их основе

3. должен владеть:

современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;

способностью участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Кинетическое явления . Диффузия носителей заряда.	7	1-6	18	18	0	Научный доклад Контрольная работа
2.	Тема 2. Контактные явления в полупроводниках и приборы на основе контактных явлений	7	7-10	12	12	0	Научный доклад Контрольная работа
3.	Тема 3. Обменное взаимодействие. Модель молекулярного поля Вейсса. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.	7	11-14	12	12	0	Научный доклад

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
4.	Тема 4. Магнитная анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемагничивание.	7	15-18	12	12	0	Научный доклад Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			54	54	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Кинетическое явления . Диффузия носителей заряда.

лекционное занятие (18 часа(ов)):

Расчет электронной структуры твердого тела в приближении сильной связи. Эффективная масса. Зонная структура основных полупроводниковых материалов. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Неквадратичный закон дисперсии. Модель Кейна. Статистика носителей заряда в собственном и примесном полупроводнике. Вырожденные и компенсированные полупроводники. Неравновесная функция распределения. Кинетическое уравнение Больцмана. Решение КУБ в приближении времени релаксации. Электропроводность и подвижность. Механизмы рассеяния носителей заряда. Упругое и неупругое рассеяние. Горячие электроны. Эффект Ганна. Уравнение непрерывности. Линейная и квадратичная рекомбинация. Время жизни неравновесных носителей заряда. Модель Шокли-Рида. Способы влияния на величину времени жизни. Диффузия носителей заряда (ОПК-3, ПК-1, ПК-4).

практическое занятие (18 часа(ов)):

Экспериментальное исследование температурных зависимостей электропроводности, концентрации носителей заряда и их подвижности. Экспериментальное исследование времени жизни неравновесных носителей заряда (ПК-3, ПК-5).

Тема 2. Контактные явления в полупроводниках и приборы на основе контактных явлений

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Работа выхода. P-n переход в состоянии ТДР. Связь геометрических параметров перехода со свойствами полупроводников, его составляющих. Гетероструктуры. Выпрямление на p-n переходе. ВАХ тонкого и толстого диодов. Туннельный диод. Биполярные и полевые транзисторы. Поглощение электромагнитного излучения в полупроводниках. Внутризонное, межзонное и экситонное поглощение. Люминесценция полупроводников. Спонтанное и вынужденное излучение. Условие Бернара-Дюрафура. Индуцированное излучение в резонаторе . (ОПК-3, ПК-1, ПК-4).

практическое занятие (12 часа(ов)):

Экспериментальное исследование работы полупроводниковых диодов, транзисторов, электролюминесцентных приборов (ПК-3, ПК-5).

Тема 3. Обменное взаимодействие. Модель молекулярного поля Вейсса. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Обменное взаимодействие, его природа. Механизмы обменного взаимодействия. Модель молекулярного поля Вейсса. Антиферромагнетики. Косвенное обменное взаимодействие. Модель Крамерса-Андерсена. Оксидные магнетики. Ферриты-шпинели, ферриты-гранаты, ортоферриты и гексаферриты. Структура, катионное распределение и свойства. Влияние диамагнитного замещения на магнитные свойства твердых растворов ферритов (ОПК-3, ПК-1, ПК-4).

практическое занятие (12 часа(ов)):

Экспериментальное исследование магнитного фазового перехода в ферритмагнетике (ПК-3, ПК-5).

Тема 4. Магнитная анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемагничивание.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Магнитная анизотропия. Магнитокристаллическая, магнитоупругая и магнитостатическая анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемагничивание. Манганиты редкоземельных элементов. Гигантское магнитосопротивление в РЗЭ манганитах. Магнитооптические явления в магнетиках, Эффекты Фарадея и Керра (ОПК-3, ПК-1, ПК-4).

практическое занятие (12 часа(ов)):

Экспериментальное исследование процессов намагничивания и перемагничивания ферро- и ферритмагнетиков (ПК-3, ПК-5).

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Кинетическое явления. Диффузия носителей заряда.	7	1-6	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к научному докладу	16	научный доклад
2.	Тема 2. Контактные явления в полупроводниках и приборы на основе контактных явлений	7	7-10	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к научному докладу	16	научный доклад

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Обменное взаимодействие. Модель молекулярного поля Вейсса. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.	7	11-14	подготовка к научному докладу	16	научный доклад
4.	Тема 4. Магнитная анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемангничивание.	7	15-18	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к научному докладу	12	научный доклад
	Итого				72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, лабораторные и практические занятия, Интерактивные методы работы постоянное взаимодействие между преподавателем и студентом в процессе обучения, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Кинетическое явления . Диффузия носителей заряда.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Эффективная масса. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. 2. Статистика носителей заряда в собственном и примесном полупроводнике. 3. Решение КУБ в приближении времени релаксации. Электропроводность и подвижность. 4. Горячие электроны. Эффект Ганна.

научный доклад , примерные вопросы:

"Время жизни неравновесных носителей заряда при рекомбинации через глубокие центры" (ОПК-3), "Время релаксации носителей заряда при рассеянии на акустических фононах" , (ПК-1, ПК-4). "Время релаксации носителей заряда при рассеянии на ионизированных примесях" (ПК-1), "Легирование п/п методом ионной имплантации" (ПК-3),

Тема 2. Контактные явления в полупроводниках и приборы на основе контактных явлений

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Работа выхода. P-n переход в состоянии ТДР. 2. Выпрямление на p-n переходе. ВАХ тонкого и толстого диодов. 3. Люминесценция полупроводников. Спонтанное и вынужденное излучение. Условие Бернара-Дюрафура. 4. Индуцированное излучение в резонаторе .

научный доклад , примерные вопросы:

"Биполярные транзисторные структуры" (ПК-3,ПК-5), "Униполярные транзисторные структуры"(ПК-3,ПК-5) "Тиристоры, управляемые тиристоры, симмисторы",(ПК-3,ПК-5) "Пути уменьшения порогового тока в инжекционных лазерах"(ПК-1), "Области применения полупроводниковых лазеров"(ПК-3,ПК-5)

Тема 3. Обменное взаимодействие. Модель молекулярного поля Вейсса. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.

научный доклад , примерные вопросы:

"Влияние диамагнитного замещения на магнитные свойства твердых растворов феррошпинелей"(ПК-1,ПК-4), "Магнитооптические носители информации на ЦМД"(ПК-3,ПК-5), "Кинетический обмен. Модель Зинера"(ПК-1,ПК-4),

Тема 4. Магнитная анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемангничивание.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Модель молекулярного поля Вейсса. 2. Косвенное обменное взаимодействие. Модель Крамерса-Андерсена. 3. Магнитная анизотропия. Магнитокристаллическая, магнитоупругая и магнитостатическая анизотропия. 4. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемангничивание.

научный доклад , примерные вопросы:

"Мощные постоянные магниты на основе интерметаллидов (Nd-Fe-B и др.)"(ПК-3,ПК-5), "Двухцентровые оптические переходы в МО спектрах"(ПК-1,ПК-4), "Модели ГМС в манганитах"(ПК-1,ПК-4)

Итоговая форма контроля

экзамен (в 7 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1. Типы химической связи в твердых телах. Корреляция типа хим.связи, структуры и электрических свойств твердых тел. Основные полупроводниковые материалы.

2. Косвенное обменное взаимодействие.

1. Электропроводность в сильных электрических полях. Горячие электроны. Лавинная и туннельная ионизация. Эффект Ганна.

2. Парамагнетики. Орбитальный и спиновый магнитные моменты. Температурная зависимость магнитной восприимчивости для парамагнетиков.

1. Зонная структура твердых тел. Электроны и дырки. Эффективная масса. Зонная структура основных полупроводниковых материалов.

2. Магнитная анизотропия. Виды магнитной анизотропии.

1. Уравнение непрерывности. Межзонная рекомбинация. Время жизни неравновесных носителей заряда. Динамика избыточной концентрации носителей при линейной и квадратичной рекомбинации.

2. Доменная структура магнетиков.

1. Статистика носителей заряда в собственном полупроводнике. То же в примесном полупроводнике. Вырожденные полупроводники.

2. Обменное взаимодействие, его природа. Механизмы обменного взаимодействия. Энергия обменного взаимодействия двух атомов. Обменный гамильтониан Гейзенберга.

1. Неравновесная функция распределения. Кинетическое уравнение Больцмана. Решение КУБ в приближении времени релаксации в отсутствие внешнего магнитного поля. Кинетические коэффициенты.

2. Антиферромагнетики. Теория Нееля.

1. Диффузия носителей заряда. Коэффициент диффузии и диффузионная длина. Работа выхода. Инжекция в контакте металл-полупроводник. Диоды Шоттки.

2. Ферриты-шпинели. Структура, катионное распределение и свойства.

1. Электропроводность и подвижность. Механизмы рассеяния носителей заряда. Температурные зависимости электропроводности и подвижности.

2. Ферриты-гранаты. Катионное распределение и свойства.

1. P-n переход в состоянии термодинамического равновесия. Выпрямление на p-n переходе. Разновидности диодов: диоды с двойной инжекцией, туннельные диоды, стабилитроны и т.д.

2. Ортоферриты и гексаферриты. Структура и свойства.

1. Термоэлектрические явления и электронная теплопроводность. Соотношение Видемана-Франца.

2. Манганиты редкоземельных элементов. Гигантское магнитосопротивление в РЗЭ манганитах.

1. Биполярные транзисторные структуры. Устройство и принцип действия. Основные характеристики.

2. Электрические свойства ферритов.

1. Решение КУБ в ненулевом магнитном поле. Эффект Холла и магнитосопротивление.

2. Магнитооптические явления в магнетиках. Эффекты Фарадея и Керра.

1. Люминесценция полупроводников. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная заселенность и условия Бернара-Дюрафура.

2. Частотная зависимость магнитной восприимчивости.

1. Униполярные транзисторные структуры: с управляющим p-n переходом, с изолированным затвором, с затвором Шоттки. Устройство, принцип действия. ППЗУ на МОП-транзисторах. ПЗС и ФотоПЗС.

2. Намагничивание и перемангничивание. Магнитный гистерезис.

1. Поглощение электромагнитного излучения в полупроводниках. Поглощение свободными носителями заряда.

2. Упорядочение в ансамбле обменно-связанных атомов. Модель молекулярного поля Вейсса. Температура Кюри.

7.1. Основная литература:

Основная литература

1. Епифанов Г.И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов .? Издание 4-е, стереотипное .? Лань, 2011 .? 288 с.

2. Шалимова К.В. Физика полупроводников, Лань, 2010. - 384 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=648

3. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников, Лань, 2008. - 763 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=693

7.2. Дополнительная литература:

1. Бурбаева Н.В. Основы полупроводниковой электроники, Физматлит, 2012.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5261

2. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов, Физматлит, 2008.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2244

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Парфенов В.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г. _____

"__" _____ 201__ г.